

铁道工务论文集

TIEDAO GONGWU LUNWENJI

- 铁道部运输局基础部
- 中国铁道学会工务委员会



中国铁道出版社

铁道工务论文集

第2册

铁道部运输局基础部
中国铁道学会工务委员会

中国铁道出版社

2005年5月·北京

图书在版编目(CIP)数据

铁道工务论文集·2/铁道部运输局基础部,中国铁道学会
工务委员会编. —北京:中国铁道出版社,2005
ISBN 7-113-06388-8

I. 铁… II. ①铁…②中… III. 铁路工程-文集
IV. U21-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 011576 号

编 辑 委 员 会

主 任:	卢祖文				
副 主 任:	崔恩波	董雅新	徐 湧		
委 员:	卢祖文	崔恩波	董雅新	徐 湧	
	郑中立	孟凡林	张大伟	谢安清	
	曹振虎	刘万祥	苏自新	邓方铁	
主 编:	崔恩波				

书 名:铁道工务论文集(第2册)

著作责任者:铁道部运输局基础部 中国铁道学会工务委员会

出版·发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

责任编辑:张悦时博

封面设计:陈东山

印 刷:北京兴达印刷有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16 印张:6.5 字数:150千字

版 本:2005年5月第1版 2005年5月第1次印刷

印 数:1~5750册

书 号:ISBN 7-113-06388-8/U·1773

定 价:32.00元(共4册)

目 录

新技术 新材料 新工艺

RGL 型轨侧润滑剂的研究	(1)
拉瓦尔孔板在钢轨风冷淬火中的设计与使用	洪海峰 蔡庄厚(4)
桥梁弹性防撞架的原理与应用	王 健 杜书强 李洪涛(7)
高行程道岔起道机组在更换 75 kg/m 重型道岔施工中的应用	王哲峰 何 宇(10)
新一代国产便携式内燃切轨机	金连新(12)
大型钢轨探伤车过岔自动锁定保护系统的设计构思	李杨德 张文敏(13)
采用碳纤维布和 WN 胶加固修复金华寺特大桥病害圯工梁	上官涛(18)
关于在大秦线运输指挥中采用多媒体电子地图的设想	朱占全(20)
利用土工格栅加宽既有线路堤	王 东(22)
浅谈工务生产辅助管理软件的设计	刘志清(23)

生产管理 技术探讨

钢轨鱼鳞伤及探伤方法研究	陈志远(25)
实施综合天窗修对工务成本影响的分析	裴正礼 董炳义(28)
型钢组合梁架空线路的检算	傅清平(29)
对当前工务安全管理工作的分析与思考	李清辉(31)
试论施工企业的劳动竞赛	朱希雅(32)
无缝线路管理的一点想法	张玉明(34)
宁西线段家湾武关河大桥桥面摆动异常的检测和分析	李怀红(36)
铁路路堑塌方抢险中设备的选配	申海鸥(39)
框架桥涵顶进允许偏差的商榷	李中元(41)
浅析建设项目全过程工程造价控制	陈炜煜(43)
洛口黄河桥钢梁裂纹病害分析及整治	郭德厚(46)
对工务系统岗位达标培训工作的几点思考	周茂喜(48)
关于提高工务职工业务素质思考	蒋炳建(49)
大跨度框架桥浆砌片石后背设计的探讨	杨得祺(52)
水泥混凝土路面的裂缝及其防治	付兆华 武雪宁(54)
无缝线路趋近“零应力”放散施工技术研讨	董炳义 王培生 王蔚敏(55)

生产实践 经验总结

站内道口微机自动通知工作的回顾和展望	杨 慧 王梦琛 李瑞峰(58)
重载条件下复式交分道岔典型病害的整治	何 宇 王哲峰(61)
机车车载式动态监测系统的应用与管理	申改英(64)
关于既有有线隧道增设衬砌施工工艺的探索	付建聪 李远飞 汪 森(66)
京九线提速区段固定型道岔常见的病害与防治	王爱超 王 琳(67)

风沙地区水害的产生和防治	陈心亮(69)
响沙湾隧道病害的整治	聂昌宁(70)
从严一毫米 打造精品线	李中华 王延伟(71)
落实监控措施 确保技改施工安全	刘有良(73)
对 P60 AT38 号道岔可动心轨伤损应急处理的办法	李 昀 胡宝根(74)
通霍线风沙灾害的成因、危害及其整治对策	李明宝(76)
强化组织管理做好“天窗修”工作	肖 峰(78)
浅谈混凝土桥枕护轨立螺栓折断的整治	徐 岩(80)
复式交分道岔的养护与维修	王殿堂(80)
把握关键环节 提高焊接质量	陈天明(82)
滁河特大桥预应力钢筋混凝土梁病害整治	李 冰 连 欣(83)
托架螺栓折断原因分析及整治	黄远高(85)
南疆铁路高寒区段路基冻害治理方法初探	赖光明 陈新新(87)
无缝线路胀轨跑道的预防及处理	郑国强(89)
隧道内成段更换 X-Ⅲ型混凝土枕作业的施工方法	王 宏(91)
D16 施工便梁在高路堤换填施工中的应用	黄祖裕(92)
石膏层地带隧底更换施工技术	刘可人(94)

动 态

安全榜	(97)
-----------	------

RGL 型轨侧润滑剂的研究

成都铁路局工务处
重庆运达机电设备制造有限公司

1 轨侧损伤的分析

当轨道车辆行驶在曲线时,车轮运动的方向与轨道引导列车运动的方向之间存在一个角度 γ ,称之为冲角,如图 1 所示。冲角的大小与很多因素有关,曲线半径是因素之一。一般来讲,曲线半径越小,冲角越大。由于冲角和轮轨相对运动的存在,在轮轨之间会形成表面摩擦力。摩擦力 f 可以有两个分量,一个是横向力,它与轨道垂直,指向外股道外侧,用 f_2 表示。另一个是纵向力,与轨道平行,用 f_1 表示。由于横向力 f_2 的存在,轮对会被推向外股钢轨,使外股钢轨的内侧与车轮轮缘的相互接触。

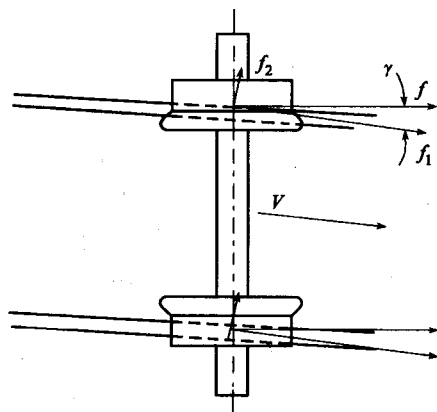


图 1 轮轨在曲线上的受力

在车辆垂向载荷和横向力 f_2 作用下,轮缘与轨侧轨角之间相互挤压,相互滑动。轮轨表面不仅会产生接触应力,而且会形成表面摩擦力。摩擦力的大小取决于垂向力和横向力的大小和摩擦系数。如果没有润滑,轮轨之间摩擦系数可以达到 0.3,甚至 0.5 以上,高摩擦系数的轮轨接触表面产生的磨损

是相当严重的。

由于摩擦力而形成的表面剪切力还会造成钢轨材料的塑性流动。目前我国使用的钢轨的材料为碳钢或合金钢,它们的微观结构都是珠光体组织,它是由渗碳体和铁素体组成。铁素体延展性好,在塑料流动中可以延伸;而渗碳体由于硬度高,脆性强,在塑性流动中不易延展,因而在渗碳体处常常产生微小裂纹,我们称之为疲劳初始裂纹。这些裂纹在一定条件下继续扩展,会导致钢轨剥离掉块,这就是接触疲劳损伤。

由于车轮轮缘与外股钢轨内侧存在表面磨损,初始裂纹常常会磨损掉。因此,外轨内侧的主要破坏形式是磨损。如果轨道表面涂一层液态润滑油,液体就会渗透于裂纹中,形成“油楔”。当车轮滚压在裂纹处时,裂纹封闭,液体在裂纹内部承受高压。促使裂纹扩展,导致轨头的裂纹扩展和金属剥离。

2 轨侧损伤与摩擦系数

外轨内侧磨损是由摩擦而引起的。降低轮轨之间摩擦力的最有效的方法是施加润滑剂,这是人们共有的常识。

但是摩擦系数对疲劳损伤的影响是造成钢轨损伤更主要的原因。英国剑桥大学的约翰逊教授根据弹塑性接触力学,提出了著名的弹塑性安定理论,揭示了摩擦系数对疲劳损伤的影响的机理。该理论集中体现在图 2 所示安定曲线上。

图 2 中横坐标表示两个接触体之间摩擦系数。纵坐标表示载荷因子,载荷因子是赫兹最大接触应力与材料剪切强度之比。图中所示的点虚线表示材料弹性强度的极限;长

虚线表示材料塑性弹性的极限;实线表示材料塑性流动极限。当接触应力小于接触体的弹性强度极限时,在接触体内发生弹性变形,除去外力后,接触体可以完全恢复原来的形状。当接触应力大于接触体的弹性强度极限,小于接触体的塑性弹性极限时,接触体发生塑性变形,使接触体硬化,但仍处于弹性变形的范围。当接触应力大于接触体塑性弹性极限,又小于接触体的塑性流动极限时,接触体发生塑性变形,这种变形是稳定的。当接触应力大于接触体塑性流动极限时,接触体会发生不可逆转的塑性流动。在外载荷重复的作用下,塑性变形逐步积累,生成初始裂纹,这就是疲劳破坏的内在原因。

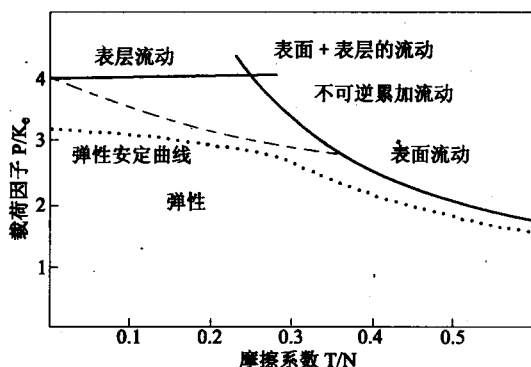


图2 安定曲线

疲劳破坏与材料的剪切强度、接触应力和表面摩擦系数有关。这里我们仅仅就摩擦系数对疲劳损伤做一分析。由图2看出:无论是接触体弹性强度极限曲线,接触体的塑性弹性极限曲线还是接触体的塑性流动极限曲线,它们都是随两个接触体摩擦系数增大而下降。假设载荷因子为3.5,当两个接触体的摩擦系数小于0.1时,接触体只发生弹性形变。当摩擦系数大于0.3时,接触体便发生不可逆的塑性流动。这是为什么呢?当两个滚动物体在高应力作用下发生接触时,接触体内部会产生极高接触应力。如果两个

接触体表面没有摩擦力,导致接触体破坏最大剪切应力并不发生在接触体表面,而是发生接触体表层下面。如果接触体表面存在摩擦力,最大剪切应力的位置随摩擦系数增大而逐步向表面移动。当摩擦系数大于0.3时,最大剪切应力的位置就移到接触体表面,它将导致接触体表面发生不可逆的塑性流动。

根据安定理论,若将外轨内侧与车轮轮缘之间的摩擦系数控制在1.3以下,轨侧就不容易发生塑性流动,即不容易出现接触疲劳。这就要求我们在轨侧处施加润滑,以使轮轨之间摩擦系数降低在0.3以下从而延长轨道的使用寿命。

3 轨侧润滑剂(RGL)

我们研发的RGL润滑剂是一种固体润滑剂,它施加在金属表面以前是以液态形式存在的。它喷涂到金属表面以后,迅速固体,形成一层均匀、牢固的固体润滑膜。

我们对RGL润滑剂摩擦特性,粘接强度和抗疲劳特性做了一系列的实验研究,现将其性能归纳如下:

3.1 摩擦系数

我们曾在后勤工程学院用圆盘实验机(MM-200)对RGL进行滚动摩擦的试验。结果显示在图3当中:RGL的摩擦系数在圆盘旋转转数在20000转以下时,摩擦系数保持在0.1以下。RGL润滑剂的润滑效果还是十分理想的。

3.2 润滑耐久性

润滑耐久性是指从实验开始至摩擦系数上升到0.2为止所对应的圆盘旋转数。图3也显示了RGL润滑耐久性:RGL润滑耐久性在20000~25000转之间。在同样实验中,目前市场上可以买到的固体润滑剂的润滑耐久性在10000转左右;润滑油的润滑耐久性仅在8000转左右。RGL润滑耐久性分别是该种固体润滑剂和润滑油的两倍和三倍。

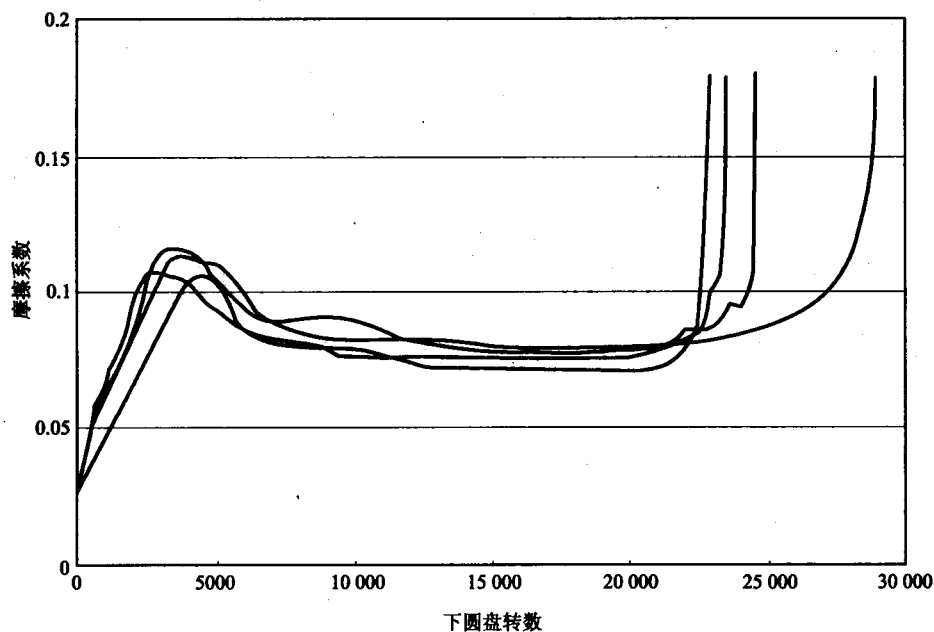


图3 RGL 润滑剂的润滑特性

3.3 黏结强度

我们于2004年6月份在成都铁路局现场试验。在一部分钢轨上涂润滑油；而在另一部分钢轨上涂RGL。经过一场风雨冲洗后，润滑油冲洗得干净，而在钢轨上的RGL润滑膜却是保持完好。

同时，我们还在西南交大微动试验机上对RGL和另一种固体润滑剂进行表面膜黏结强度试验。在这一实验中，摩擦副为一个钢球和一个钢块。在实验开始后，钢球在钢块上在一定压力下做往复的滑动。我们定义当摩擦系数由小逐渐上升为0.2时对应的往复滑动次数为黏结强度，试验结果RGL的黏结强度是1000次，而另一种固体润滑剂却仅有150次。

3.4 抗疲劳性

我们曾在后勤工程学院的圆盘试验机上对RGL进行了滚动疲劳试验。在实验开始时，先进行干摩擦滚动，摩擦系数可达到

0.5以上。其目的是在圆盘表层生成一定程度的塑性流动，然后在圆盘上涂敷润滑剂继续进行试验。以此来考察RGL和润滑油对裂纹扩展的影响。我们又委托重庆大学机械学院对圆盘表层进行金相观察看出：试件表层已经发生明显的塑性流动，但是表面是光滑的，没有裂纹产生，仅存在少量微小表层裂纹，这是在干摩擦阶段已经产生初始裂纹。RGL润滑剂涂在圆盘表面，润滑液渗透于微小裂纹中，并迅速固体，形成附着力极强的润滑膜，将裂纹填满，对微小裂纹没有扩展作用，并防止表面液态物质对金属破坏。

涂覆润滑油圆盘试件表层可以看出：除了塑性流动外还可以看到扩展的裂纹，裂纹位置处于黑色流线上，并沿流线方向延伸。这是由于在摩擦阶段，塑性流动和初始裂纹已经产生，润滑油涂在圆盘表面后，渗入了微小裂纹中，形成“油楔”。当上下圆盘接触时，

裂纹封闭,液体在裂纹内部承受高压,促使裂纹扩展,经过多次挤压,裂纹便产生了。实验后,用手指触摸滚动表面,可以感受鱼鳞现象。

通过实验可以看出:RGL对裂纹扩展有抑制作用,对金属表面有抗疲劳和保护作用,而润滑油对裂纹扩展却有助长作用。

4 结 论

随着列车速度的提高和运输量的增加,钢轨损伤日益严重,而RGL润滑剂却能有效地减少轨侧的磨损,减缓轨侧的接触疲劳损伤,提高钢轨抗疲劳的性能。因此,RGL润滑剂具有广阔的应用前景。

拉瓦尔孔板在钢轨风冷淬火中的设计与使用

呼和浩特铁路局焊轨段 洪海峰 蔡庄厚

1 引 言

钢轨的加热、冷却设备和工艺,是钢轨淬火的关键环节。采用电感应加热淬火,其加热过程是比较容易控制的,但是冷却过程相对来说难一些。在路内十几条淬火线上,虽然“雾冷”方式正逐步向“风冷”方式转变,但采用全喷风由于能耗高,阻碍了一些生产厂家改造的积极性。随着TB/T2635—2004新标准的实施,对钢轨下颚提出了新的要求,用风量进一步加大,企业生产成本进一步提高。如何合理地使用压缩空气的流量,达到节能降耗的目的,成为一个新的课题。

2 喷风冷却的换热过程

当一束风流射向钢轨表面时,其流线如图1,其中只有一小部分气流能直达表面,大部分气流发生弯曲,与表面平行流动。直达气流的空气分子碰到炽热的钢轨表面,将热量以传导的方式带走,冷却效率较高,而与钢轨表面平行流动的气流只能按照边界层理论^[1]与接近钢轨表面的低速流动边界层气体作对流换热,通过边界层再冷却钢轨,这样冷却效率就较低。

要提高冷却速率,就要突破边界层,加大直达表面的气流量,由此需要提高喷出气流的速度,使其达到超音速流,这就必须使用拉瓦尔喷孔,研究拉瓦尔喷孔不论对于喷风板

方式还是对于喷风管方式,都具有重要的现实意义。

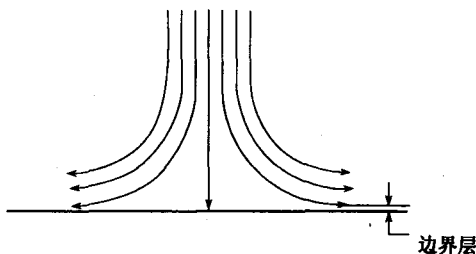


图 1

3 拉瓦尔喷孔的特点

1883年瑞典工程师拉瓦尔(De Laval)在制造蒸汽涡轮机时,发现有足够压力的蒸汽在先收缩,而后扩张到喷孔上能获得很高的气体流速,这种类型的喷孔被称作拉瓦尔喷孔。

一般我们都知道,气流通过收缩的管径时流速会增加,压力会下降,在恢复到原来的管径时,流速又减小,压力又上升。如果在扩张段后,将管子锯开,让气流喷射到大气中,情况就不一样了,在扩张段气体就会凭借足够的压力,继续膨胀,而膨胀使流速进一步增加,从而获得高速气流。在足够的压力和正确的拉瓦尔喷孔的参数条件下,气流可以超过音速的几倍。

拉瓦尔喷孔的几何参数见图2。

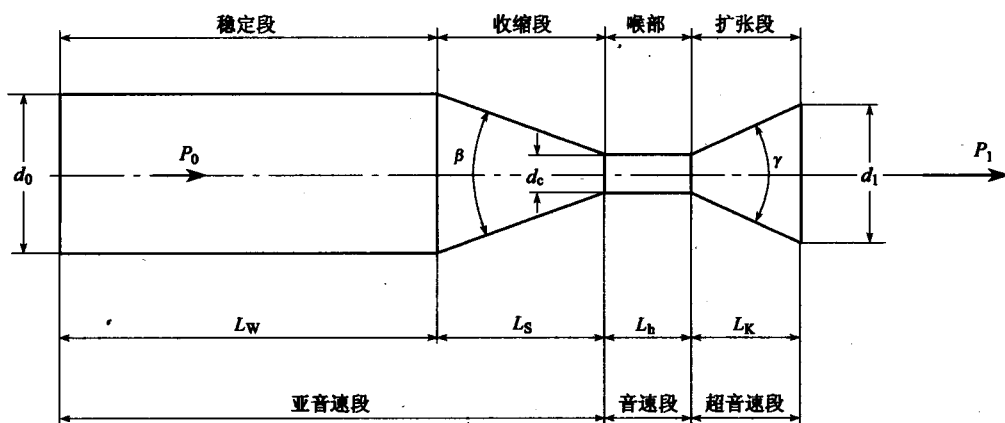


图 2

d_0 ——稳定段直径

d_c ——喉部直径

d_1 ——出口直径

β ——收缩段角度

l_w ——稳定段长度

l_s ——收缩段长度

l_h ——喉部长度

l_k ——扩张段长度

γ ——扩张段角度

P_0 ——稳定段空气的表压

P_1 ——出口处的大气压力

4 拉瓦尔喷孔的设计

设计拉瓦尔喷孔的目的是为了获得超音速气流,并且气流要均匀一致。

从几何结构上看,超音速拉瓦尔喷孔可分为四部分:稳定段、收缩段、喉部、扩张段(如图2所示)。

收缩段的作用是加速气流,同时要保证收缩段的出口气流均匀、平直而且稳定。收缩段的性能主要决定于两个因素,一个是收缩段的面积比,一个是收缩曲线。提高喷管的收缩比,对扩张段气流的均匀性和降低紊流度是有好处的。收缩段不宜过长。收缩段过长,在靠近喉部的部位,边界层的厚度增加,能量的损失加大。

喉部是气流从亚音速转变为超音速的过渡段,这一段在整个喷嘴中比较重要,这一段曲线变化不能太快,常选用一段圆弧作为过渡曲线。喉部直径的选取受到亚音速段和加工工艺的限制,一般来说此值应该小一些。

喷孔设计中最重要几何参数是喉径 d_c ,其他参数由它而来。 d_c 取决于稳定段空气的压力 P_0 和通过喷孔的空气流量,(质量流量 Q ,或体积流量 V)当外界的气压 $P_1 < P_0/2$ 时其流量达到最大值,且为常数。

计算 d_c 的空气动力学近似公式可用:

(1)富来诺公式(Fliegner)

$$Q = 0.038 \frac{a \cdot (P_0 + 1)}{\sqrt{T_0}}; a = \frac{\pi d_c^2}{4} \quad (1)$$

其中 Q ——每秒通过喷孔的空气质量 kg/sec,在一个大气压下空气的密度为 0.125 kg/m^3

a ——喷孔喉径的截面积

T_0 ——稳定段空气的绝对温度($^{\circ}\text{K}$)

P_0 ——稳定段空气的表压(相对压力, kg/cm^2)

d_c ——喉部直径(cm)。

(2)莫勒公式(K. Muler)

$$d_c = 0.353 \sqrt{\frac{V}{P_0 + 1}} \cdot \sqrt{T_0} \quad (2)$$

其中 V_0 ——标准状况下每小时通过喷孔的空气体积(m^3/h)

P_0 ——稳定段空气的表压(相对压力, kg/cm^2)

T_0 ——稳定段空气的绝对温度($^\circ\text{K}$), 一般为 $313^\circ\text{K} \sim 323^\circ\text{K}$ ($40^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C}$)

d_c ——喉部置径(mm)

如果将富来诺公式变换为莫勒公式的形式则为

$$d_c = 0.342 \sqrt{\frac{V}{P_0 + 1}} \cdot \sqrt[4]{T_0}$$

在设计拉瓦尔孔板时,将总风量除以孔数,则为每个风孔的流量。

用上述公式计算出的 d_c 考虑到管道的压力损失,和多孔板的气流干扰效应,需要将 d_c 值减去 $0.1 \sim 0.2 \text{ mm}$,这是考虑到钢轨风淬时的压力一般不太高,减压阀后的表压在 0.3 MPa 左右,喉径的少许减少有助于风压的保持,使气流的马赫数 M 提高,同时也减少多孔气流的互相干扰。

从公式 $\frac{P_0 + 1}{P_1} = (1 + 0.2M^2)^{3.5}$ 可知

$$M = \sqrt{5 \left[\sqrt[3.5]{\frac{P_0 + 1}{P_1}} - 1 \right]}$$

可见马赫数 M 与风压有主要的直接关系。

其中 M ——马赫数,气流出口处的风速是音速的倍数

P_0 ——稳定段空气的表压(相对压力, kg/cm^2)

P_1 ——出口处的大气压力, $1 \text{ kg}/\text{cm}^2$

按上式可计算出进入喷风器前的风压力为 0.3 MPa ($3 \text{ kg}/\text{cm}^2$) 时, $M = 1.56$,风压力为 0.4 MPa 时, $M = 1.70$, M 值不是很高。

d_1 的计算可用公式

$$\frac{d_1}{d_c} = \sqrt{\frac{(1 + 0.2M^2)^3}{1.73M}}$$

d_0 的计算可用公式 $d_0 \geq \sqrt{5} d_c$

β ——一般取 $60^\circ \sim 90^\circ$

γ ——在 P_0 为 $0.2 \sim 0.4 \text{ MPa}$ 时取 $4^\circ \sim 6^\circ$,压力低时取小值

L_w —— $L_w = (4 \sim 5) d_0$

L_s —— $L_s \geq d_0$

L_h —— $L_h = d_c$

L_k 的计算可用公式 $L_k = \frac{d_1 - d_c}{2 \tan \frac{\gamma}{2}}$

有的设计者为稳定出口气流,在圆锥孔扩张段后,又设置了 d_1 直径的圆柱孔段(稳定段),这对于马赫数很高的气流来说是有益的,但对于低马赫数气流在扩张段后流程是一个很快减速的过程,喷口出口离被冷却面的距离越近,则气流速度越高,冷却速度及冷却效率才较高。^[3] 制造拉瓦尔喷孔时,可采用铝材,几何相贯线的棱角应研磨成圆弧状。

测量流速的方法很多,如用激光测速仪或热线风速仪定量测量,或者采用称重法定性测量。

5 拉瓦尔风板的使用

一般认为风冷比雾冷冷却速度低,但冷却介质均匀,较适宜淬 U75V 及 U76NbRe,但对 U71Mn 和 U74 较差。而设计风速较高的孔型,能提高冷却速度,同时风板距轨面的距离的减少也能提高冷却速度,这样我们就可以通过控制风压和改变风板至轨面的距离来调节不同种类钢轨淬火时的冷却速度,以达到钢轨淬火的硬度要求。

风板上有不同喉径 d_c 的孔,当其总流通面积不大于计算出的同喉径孔流通面积总和时,气体在稳定段的压力不变,其喷出速度亦不变,但不同喉径的孔,流量不同,喉径大的流量较大。

由于风冷在钢轨淬火中的能耗比雾冷增大了 $4 \sim 5$ 倍,几乎占到钢轨预热、加热总和的 $2/5 \sim 3/5$,可以把风冷用在相变的关键温度段,例如,钢轨经加热后,经过一段空冷走行,然后再经过雾冷至 $700^\circ\text{K} \sim 620^\circ\text{K}$,再以风冷使钢轨顶面 $4 \sim 5 \text{ mm}$ 层的奥氏体转为索氏

体,最后用雾冷,可以较多地节约风能。

实例:

风源:10 m³/min 和 20 m³/min 的空压机各一台。

10 m³/min 空压机定压略低于 20 m³/min 风机,供风压力够时 10 m³ 先缓解(空转)。

冷却制式:空冷+雾预冷+风冷+雾冷

风冷段:顶喷孔 144 个(按照间距 12 mm 梅花状分布),侧喷风孔两侧共 64 个,喷风板距轨面≤15 mm

雾喷孔:56 个,共设计 264 孔

减压阀将风压定为 $P_0 = 3 \text{ kg/cm}^2$, 风温 $T_0 = 323 \text{ K}(50 \text{ }^\circ\text{C})$

每个喷嘴的风量

$$v = \frac{30 \text{ m}^3/\text{min} \cdot 60 \text{ min/h}}{264}$$

$$= 6.82 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$d_c = 0.353 \sqrt{\frac{V}{P_0 + 1}} \cdot \sqrt[4]{T_0}$$

$$= 0.353 \sqrt{\frac{6.82}{4}} \cdot \sqrt[4]{323}$$

$$= 1.95 \text{ mm}$$

取 $d_c = 1.8 \text{ mm}$, 以手心试风流有针刺般的感觉。

此时风流出口的马赫数,

$$M = \sqrt{5 \left(\sqrt{\frac{3.5}{1}} - 1 \right)} = 1.56$$

在淬 U74 和 U71Mn 轨时达到与喷雾相同的硬度,而 10 m³/min 空压机缓解时间达到 55.4%,总的用风量约为 24.6 m³/min,在淬 U75V 时,用风量可以更省一些。

6 建 议

今后应进一步研究减小孔径,加密布局的风板的冷却能力和节能效果。同时研究风孔在风板尾部的分布位置及形式,强化喷风板末端的冷却速度,以改善轨头中线硬度值的均匀递减问题。

在研究单个喷孔的射流速度和射流所覆盖钢轨表面的区域的问题的基础上,再对多个喷孔所形成的流场进行研究。

对压缩空气流速与钢轨冷却速度的关系做定量研究。

参考文献:

[1] L Prandtl 著. 流体力学概论. 郭永怀等译. 北京:科学出版社

[2] 梁桂芬编著. 高速氧流气切割法. 北京:机械工业出版社

[3] 王树清著. 长钢轨喷风冷却淬火新工艺及设备研究. 1999.12. 铁科院金化所研究报告

桥梁弹性防撞架的原理与应用

泰安工务段 王 健 杜书强 李洪涛

1 前 言

公路运输车辆超速、超载、超高的现象时有发生,铁路跨公路立交桥的梁体遭受超高车辆撞击日益频繁,已成为威胁铁路运输安全和人民生命财产安全的一大隐患。各地桥梁主管部门出台了各种措施保护桥梁,应运而生的桥梁限界防护架就是其中的一种防护装置,且以刚性桥梁防撞架居多。这种防撞架通常为龙门框架刚性结构,其横梁高度比桥梁净高小十厘米。当超高车辆通

过时,首先撞到的是刚性防撞架横梁,这样不仅警示司机,并在一定程度上避免或减弱了对铁路桥梁的撞击,保护了铁路桥梁。但它在实际应用中却存在如下缺陷不易消除:一、刚性防撞架被超高车辆撞击时,防撞架和车辆及货物、乘员都会遭受机械碰撞。严重时横梁受损坠下,还可能酿成车毁人亡的惨剧。二、刚性防撞架被撞后变形严重,可修复性极差,甚至会影响正常的公路交通。三、刚性防撞架结构笨重,安装维修复杂,应用成本较高。因此,必须加以改进。在分析

刚性桥梁防撞架结构缺陷的基础上,深入研究了其他领域的安全防护措施,提出了一种新型防撞架研究课题——桥梁弹性防撞架。

2 桥梁弹性防撞架简介

2.1 基本结构

桥梁弹性防撞架从外形结构上主要由混凝土基础、桁架立柱、支撑导向球、钢丝绳、吸能弹簧等部分组成。通过钢丝绳连接置于两

端桁架立柱内的吸能弹簧,达到了拦截超高车辆的目的。

2.2 桥梁弹性防撞架原理及结构简图

桥梁弹性防撞架作为一项新技术其新颖之处是在车辆冲撞瞬间增加了一个弹性缓冲过程,减少或消除了刚性碰撞带来的冲击力和破坏力。设公路宽度为 L , 则公路中心线距两侧桁架分别为 $L/2$, 若汽车 T 撞击钢丝绳的位置距右端桁架 X , 如图 1 所示。

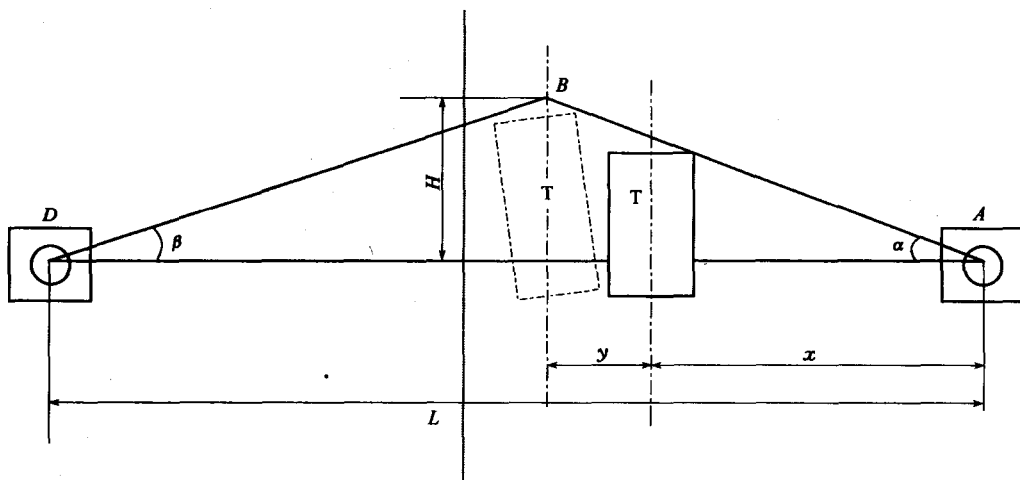


图 1

弹簧最大压缩量为 S 米(每侧), 当车辆 T 撞绳时, 顶部水平钢丝绳最大可达到 DBA 位置。所以:

$$AB = x + s \quad H = AB \times \sin \alpha = (x + s) \times \sin \alpha$$

H 即为增加的缓冲空间, 其具体数值可根据实际安装位置确定。

桥梁弹性防撞架结构简图如图 2 所示。其两端桁架立柱顶端各安装一个支撑导向球, 而拦截超高车辆的钢丝绳则通过支撑导向球的孔洞与固定在桁架立柱上的弹簧拉杆相连, 支撑导向球可以随钢丝绳在水平面内方向的改变而自由转动。吸能弹簧安设在桁架立柱基座的导向套内, 并通过弹簧拉杆与钢丝绳连接。这样当超高车辆撞击到钢丝绳

时, 超高车辆的冲击动能通过钢丝绳传递到吸能弹簧转变为弹簧的应变势能, 弹簧受到压缩的同时, 产生反作用力和弹性势能并回传到超高车辆上, 对车辆产生拦阻力, 从而延长了超高车辆与防撞架的碰撞作用时间, 其碰撞力在一定程度上被平衡或消释, 最终迫使车辆停止或减速。这样就有效地保护了桥梁, 大大降低了对超高车辆、装载货物的机械伤害, 提高了人员安全系数。由于弹簧能储存和释放一定的弹性势能, 具有控制机构运动和缓冲吸振功能, 因此, 碰撞所带来的构架破坏大幅降低。维修时一般仅调整弹性机构, 不会影响正常公路交通, 也极大的降低了维修等后续费用。

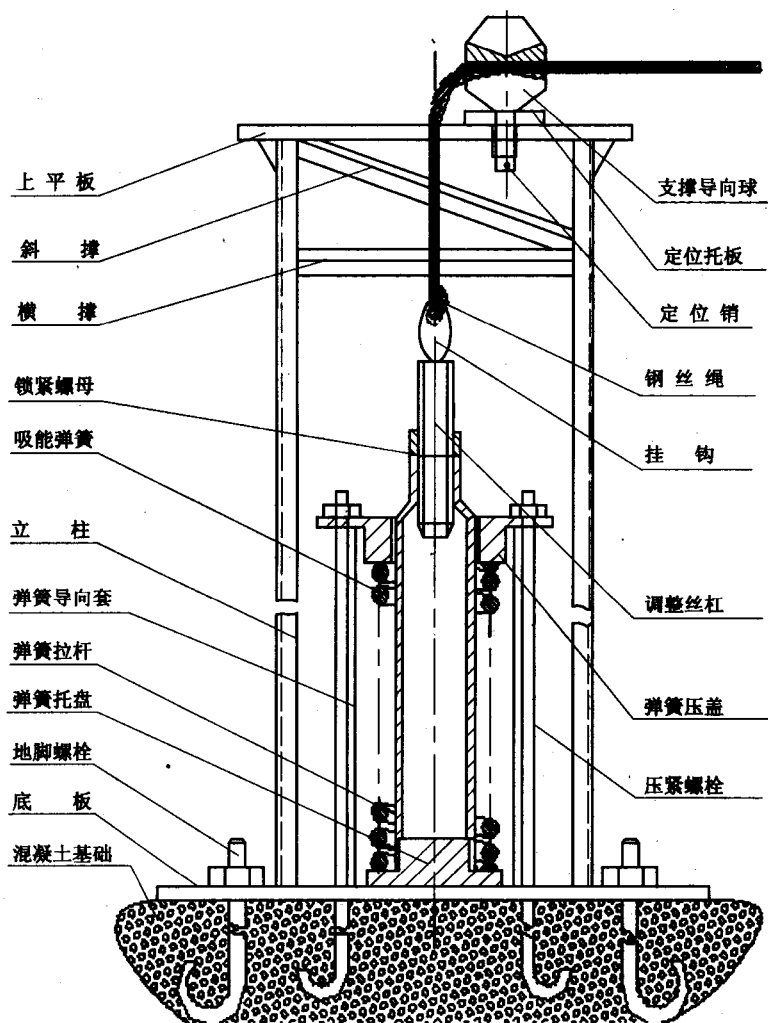


图 2

2.3 有关细节问题的处理

(1) 钢丝绳外面安装有反光套管和限高标志牌,可对驾驶员起到警示作用。

(2) 支撑导向球依靠球柄与桁架立柱顶端连在一起,其穿绳孔须经工艺处理以减少对钢丝绳的磨损。

(3) 桁架立柱顺公路方向及垂直公路方向可各设一道斜拉绳,用锚杆固定。

(4) 钢丝绳与弹簧拉杆的连接采用插绳法,其原理是将钢丝绳头部各股分开,而后有规则反复插回绳内,依靠各股绳丝相互挤压作用,拉力愈大愈紧固。

(5) 现场安装时,应对钢丝绳进行预紧,可旋转位于弹簧拉杆上端的调整丝杠来调整钢丝绳的松紧度。

(6) 混凝土基础尺寸为 $2\text{ m} \times 2\text{ m} \times 2\text{ m}$,应采用 C20 混凝土灌筑,并将地脚螺栓和弹簧压紧螺栓整体预埋。

3 初步运用取得的效果

桥梁弹性防撞架自 2003 年 8 月研制成功以来,先后安装于津浦线上行 K424 + 127、K451 + 740 等 7 处立交桥,有效的拦截超高车辆,起到了保护桥梁设备,维护铁路运输安全

的作用。从实际应用情况看,桥梁弹性防撞架检修方便,成本较低,影响公路交通小,得到了桥梁维护单位和交通主管部门的肯定。

4 结束语

桥梁防撞架作为一种新型的桥梁防护装

置,形式可以多种多样。而我们提出的弹性防撞架与其他形式相比,具有独特的优势,特别适用于跨度 10 m 以上及交通运输较为繁忙的铁跨公立交桥。该成果已于 2004 年 12 月份通过了济南铁路局科委组织的技术评审,具有良好的社会推广价值。

高行程道岔起道机组在更换 75 kg/m 重型道岔施工中的应用

秦皇岛西工务段 王哲峰 何 宇

1 前言

1.1 问题的提出

大秦线二期 K392~K643 已经扩能改造为 75 kg/m 无缝线路,途径车站的大量的旧有 60 kg/m 正线道岔需要全部更换为 75 kg/m 无缝道岔。整组道岔自重大(约为 70 吨),道岔起落、移动耗时较长、隐患大,很难保证在封锁点内完成换岔施工,更换道岔成为施工的难点。如何解决施工点内完成整组道岔的起落、移动、拨接、焊连任务,并做到安全施工,是摆在我段技术人员面前的一道难题。

1.2 问题的分析

用传统的方法更换重型道岔,是用齿条压机起落道岔,压机数量最少需要 20 台,操作人员 60 名以上;受操作人员和压机性能的影响,很难做到起落一致,经常出现其中几台压机不受力,道岔支承力不均匀,出现道岔整体倾斜甚至倒伏在地的情况;另外齿条压机的起道行程小,需要多次起道才能满足设计所需的净空高度。

1.3 施工方案的确定

(1)根据形成的原因,解决问题的根本就是解决道岔起落问题。我段技术人员研究决定试用 7 台高行程起道机同时操作代替齿条压机起落道岔的方法施工。分前期准备、封锁施工、开通整修、后期焊连四个阶段实施无

缝重型道岔的更换。

(2)高行程起道机起道岔的主要原理及优点

①原理:高行程起道机原本是为道岔起道研制,高行程起道机起道时依靠液压传动,有效起道高度大于 850 mm,满足放置导轨及大小滑车净空要求,我段技术人员根据起道机的特性将它用于起落整体道岔。经过计算,将 7 台高行程起道机按设计的位置安放在预铺好的道岔上,形成起道机组。起道机与道岔的连接方式采取主、从双轨钩同步勾住钢轨内外侧轨头的勾轨方式,并在主动钩的腰部设置安全销,在轨钩卡牢轨头后,用安全销锁死轨钩,起到了双保险的作用。

②优点:高行程起道机操作简便,只需 1 人即可操作,节省了大量的人力,劳动成本低;能够快速、平稳对道岔进行高行程起落,劳动强度低;在提升过程中整体性好、安全系数高;与使用齿条压机相比,可节约时间一半以上,作业效率高。

2 编制施工控制网络图

依照施工流程,对四个施工段的各项作业按封锁天窗点的时间进行细致分解,每一步都有专人负责进度、质量、安全;充分合理的利用封锁点,安排作业内容,尽量布置平行作业;加强劳动组织,避免施工中出现混乱的现象,参加施工的人员,都应该清楚各项作业

分工、作业时间及安全措施。制作“施工网络控制图”发给车务、电务、供电等配合单位负责人,确保施工时协调一致。

3 道岔更换施工流程

3.1 准备工作

(1)按道岔设计图纸选定一处路基稳定、排水良好的空地预铺(连同电务转换设备及外锁闭装置)整组道岔,并满足各项组装技术要求。作为跨区间无缝道岔还应满足以下要求:①整组预铺成型后,将岔内直股接头焊接、绝缘接头胶接、辙叉接头冻结,达到岔内半焊式无缝化;道岔上道后,只有直股两端承受温度力。②尖轨跟部限位器子母块(零件上有标记)应对正、居中,子母块的间隙为 $10\text{mm} \pm 1.5\text{mm}$ 。

(2)对新岔的几个控制点进行放桩定位;尽量避免电务设备改动,如侧股通向站线尽量不缩短股道有效长度;并进行施工地段平面测量。

(3)配制道岔前后的连接轨、胶接绝缘轨,并摆放到相应位置;准备足量的全断面破底更换所需的花岗岩新道碴。

(4)进行点前线路慢行准备工作,按规定拆卸接头螺栓和扣件。

(5)点前在预组新岔处布设 7 台高行程起道机组,试用起道机组,将道岔提升后打好枕木墩,并穿入横移导轨,导轨距线路的距离不能侵限。

3.2 封锁点内工作

(1)施工负责人确认封锁命令,设好防护,发布施工命令。

(2)施工人员按分工各负其责,拆除旧岔轨件、旧岔枕、连接零件,运至限界以外,并不能阻挡新道岔就位。

(3)旧道岔拆除完毕后,开始清理道岔道床,清底碴至设计标高,按位置放置枕木墩、搭设走行轨。

(4)同时,在已提升的整组道岔下,正式搭设横移导轨,导轨上放置走行轮,打好木

楔,统一推动道岔横移至纵移钢轨上。在纵移钢轨上移设高行程起道机组,推动道岔向新岔位移动。新岔平行就位后,再设起道机组起新岔重新搭设横移导轨,新岔经横移后,大体到位。道岔对位时,纵向与横向都有一定的偏差,需进行少量的纵向、横向拨移。

(5)新岔就位后,回填新碴,起道捣固,起道标高由水准仪控制。

(6)道岔经过起道、捣固、拨道整修后,开通线路。

3.3 点外后续工作

(1)点后按规定递次提速,每次列车通过后,进行一遍设备检查与整修。自恢复正常速度 15 d 之内,视设备变化情况,每天检查不少于 1 次。

(2)对道岔继续补充石碴,精细起道、捣固,加强检查。对现场全面清理,将旧料进行集中堆码。

(3)待新道岔整体框架稳定,轨温符合长轨条锁定轨温时,实时与相邻道岔、区间及站内长轨条进行无缝焊连;形成跨区间无缝线路。焊连时,同时设置无缝道岔位移观测桩:固定式锰钢辙叉的位移观测桩设置 3 对,即岔头、尖轨限位器、岔尾各一对;可动心轨辙叉道岔还需在可动心轨前增设一对。

4 取得的效果

4.1 生产效益方面:利用高行程起道机组每次起落道岔,需 7 台起道机,每台 1 人,共计 7 人,节省了大量人工,减轻了劳动强度。整组道岔在施工过程中平稳、快速起落,缩短了起落道岔工时,每次封锁时间减少 1 h 以上。

4.2 安全方面:传统的施工利用齿条压机起落轨排,步调难保一致,道岔平衡性差,整体性差,易倾倒;利用起道机组每次起落道岔,起落时平稳,整体性好,安全系数高,确保了施工中的人身安全和施工质量。

新一代国产便携式内燃切轨机

芜湖工务段 金连新

1 前言

目前铁路工务部门使用的国产切轨机性能和使用效果都不十分理想,而进口切轨机使用性能较好,但价格昂贵,且维修服务跟不上。

我段使用的 $\phi 350$ 型便携式内燃切轨机,在施工切轨中发挥了较大作用,同时也发现性能上存在一些问题。为使产品性能更好地适合现场的使用要求,与厂家联合开发研制了 BNQ400 型便携式内燃切轨机。本文就该机型的性能进行论述。

2 BNQ400 便携式内燃切轨机的主要技术参数

发动机型式——二冲程

排量—— 116.3 cm^3

功率—— 5.8 kW

转速—— 9500 r/min

怠速—— 2200 r/min

汽油与二冲程机油配比—— $20:1$

燃油箱容量—— 1.25 L

切割砂轮直径——(外径 $\times$ 中孔 $\times$ 厚) $400 \text{ mm} \times 32 \text{ mm} \times 4 \text{ mm}$

主轴转速(允许最大值)—— 4750 r/min

砂轮切割线速度—— 80 m/s

切割范围—— 43 kg/m 、 50 kg/m 、 60 kg/m 钢轨

切割精度:a. 切断面对钢轨纵轴线的垂直度偏差:

轨头部位 $\leq 0.5 \text{ mm}$

其他部位 $\leq 1 \text{ mm}$

b. 双向切断面接口的平面度偏差 $\leq 0.5 \text{ mm}$

切割速度——切割 60 kg/m 钢轨,切断

时间 $\leq 3 \text{ min}$

切割次数—— 60 kg/m 钢轨,每片砂轮切断次数 ≥ 3 次

主机与夹轨导向架结构型式——分向式结构

外型尺寸——(长 $\times$ 宽 $\times$ 高) $990 \text{ mm} \times 550 \text{ mm} \times 450 \text{ mm}$

整机重量—— 29.7 kg (含导向架)

3 BNQ400 便携式内燃切轨机结构、技术特点

3.1 该机主要由发动机、密封皮带轮罩、导向架等部件组成。整机体积小、重量轻,功率大、切割速度快,切割精度高。

3.2 发动机在动力输出过程中,有一个宽泛的调速范围,燃油消耗较低,符合环保与节能的要求。

3.3 按人机工程学设计的减振手柄,有利于使用者的健康。

3.4 翻转式导向架设计,使用方便,具有反向切割功能。

3.5 智能、程控的电子点火系统,实现了易启动、瞬间提速和怠速平稳的效果。

3.6 主机与导向架可以分解,使用安全,携带方便。

4 解决的几个主要技术问题

4.1 动力选择了日本共立(ECHO)二冲程汽油机(CS1201),功率: 5.8 kW ,转速: 9500 r/min ,克服了动力不足的缺点。

4.2 从人机工程学的角度出发,采用整机的平衡作用点作为支点,利用连接钢套把机体和导向架连接在一起,充分保证了机体的整体性与连接的可靠性。